

М.М.ВАСИЛЕВСКИЙ, Н.А.ГУСЕВ, В.Н.ДВИГАЛО

К МЕТОДИКЕ ВЫЯВЛЕНИЯ И ИЗУЧЕНИЯ БЫСТРОПРОТЕКАЮЩИХ ПРОЦЕССОВ В ТЕЛЕ СОВРЕМЕННЫХ ВУЛКАНИЧЕСКИХ КОНУСОВ

Кольцевые структурные неоднородности с характерными концентрическими, эксцентрическими и орбитальными соотношениями колец различных размерных классов известны в настоящее время уже достаточно широко. Наиболее очевидный, давно выделенный и изучаемый класс таких неоднородностей - концентрические структуры, контролирующие размещение магматических продуктов. Это так называемые кольцевые магматические комплексы, конические дайки, структуры с радиально-концентрическим магматическим каркасом, купольно-кольцевые структуры, вулcano-тектонические структуры различных типов и т.д. (Лучицкий, 1971). Диаметры таких структур достигают десятков и сотен километров. Энергетические импульсы, вызывающие генерацию таких структур, имеют глубинное заложение - верхняя мантия, граница Моховичича, граница Конрада, уровень существования периферических магматических очагов под вулканами.

Менее известны и изучены кольцевые неоднородности меньших размерных классов, возникающие в связи с резкими высвобождениями энергии в очагах неглубокого заложения, и меньшей мощности.

Наличие мелких кратеров так называемых гидротермальных взрывов с выбросом материала из взрывной воронки описывают Л.Дж. Маффлер, Д.Е. Уайт и А.Х. Трасделл (1974). Ими рассчитаны соотношения между энергиями взрывов и размерами таких кратеров, колеблющимися от нескольких десятков метров до 1,7 км.

Значительное количество кольцевых орбитальных, концентрических и эксцентрических структур гидротермального класса (гидроконфокальные структуры) выявлено и описано на эпитеpmальных месторождениях субвулканической фации глубинности М.М. Василевским (Прогнозная оценка..., 1977). Их размеры колеблются от 50 м до 1,5 км.

Общим признаком кольцевых в плане структурных неоднородностей всех размерных классов является симметрия опрокинутого конуса, характеризующая объемное выражение структуры. В случае концентрических кольцевых неоднородностей с магматическим каркасом мы имеем дело с ортоконфокальными структурами; конфокальные структуры с каркасом из продуктов деятельности гидротермальных растворов (кварцевыми жилами, например) определяются как гидроконфокальные. Частным случаем конических и конфокальных структур являются воронки взрывов "на выброс".

Глубины генерации энергии, вызывающей формирование конфокальных структур, определяются соотношениями:

$$H = 2R_{сж} - 3R_{сж},$$

где H - глубина источника энергоимпульса, $R_{сж}$ - радиус зоны сжатия для закрытых взрывов (Петров, Плотников, Юревич, 1971); и при

R_0 - радиус воронки, W - глубина центра взрыва, E - энергия взрыва, P_g - плотность пород, σ - прочность пород, P - атмосферное давление

$$R_0 = \left(0,6 + \lg \frac{E}{P_g W^4 + P W^3 + \sigma W^3} \right) W$$

для крупных взрывов на выброс (Садовский, Адушкин, Родионов, Старцев, 1959).

Изучение современного вулканического процесса, динамики роста и особенностей изменения строения современных вулканических конусов позволило выявить в их пределах структурные неоднородности концентрического, эксцентрического и орбитального типов, весьма сходные по структурному мотиву со всеми вышеупомянутыми и относящиеся к тому же классу размерности, что и кратеры гидротермальных взрывов Йеллоустонского Парка или гидроконфокальные структуры эпитермальных месторождений Камчатки. Однако природа энергии взрывов для этих кольцевых неоднородностей на современных вулканических конусах, по-видимому, отлична от энергии гидротермальных открытых или закрытых взрывов и тем более от энергии фазовых превращений, вызывающей формирование ортоконфокальных структур.

На рис. 1 и 2 приведены реальные структурные взаимоотношения кольцевых неоднородностей для прикратерной части конуса вулкана Карымского и на его склонах для периодов активности вулкана от 1963 до 1976 г

По данным дешифрирования аэрофотоснимков кратерной части Карымского вулкана (см. рис. 1), взрывы различных энергий, происходящие на различных гипсометрических уровнях, создают в кратере постоянно меняющуюся картину различных комбинаций кольцевых элементов.

20.04.1963 г. - наблюдается четкое телескопическое эксцентрическое строение кратерной части, свидетельствующее о последовательном перемещении источника взрыва вверх по направляющей большого кратерного конуса с одновременным уменьшением энергии взрывов.

20.09.67 - общая овальная воронка, представляющая собою, по-видимому, ранее результат слияния двух или более крупных кольцевых воронок, содержит на указанный период эксцентрическую воронку взрыва на юге; окружность последней является орбитой для последней мелкой воронки взрыва на дне кратера. Из известных соотношений орбитальных и эксцентрических структур (Василевский, 1978) можно сделать вывод о том, что взрывы неглубокого заложения (от 300 до 750 м) происходят в этот период как на конической поверхности главного кратера, так и в пределах вертикальных мелких нарушений, эшелонированная система которых составляет коническую поверхность эксцентрической воронки этого периода.

13.10.72. В пределах общей кратерной чаши опять наблюдаются две эксцентрические воронки взрыва.

23.09.75. В кратере отчетливо видно большое количество воронок, образованных сериями взрывов различной интенсивности и малой глубины заложения.

5.09.76. В этот период лавовый покров, полностью закрытый чехлом пирокластики, обусловил четкую выраженность взрывных воронок. В течение последующих двух месяцев характер активности процессов в теле конуса вулкана сохраняется, и на поверхности пирокластического чехла расположение взрывных воронок постоянно меняется.

26.11.76. В кратере образуется купол из рыхлого пирокластического материала.

8.12.76. Наблюдается образование новых орбитальных воронок в теле ранее (26.11.76) сформированного купола. Глубина взрывов для мелких воронок не превышает 50 м.

Аналогичные описанным явления образования взрывных воронок различных размерных классов характерны и для склонов главного конуса вулкана Карымского (см. рис. 2, 4, 10.74). На рис. 2 (тоже по результатам дешифрирования) показаны только наиболее хорошо сохранившиеся структуры. Нужно за-

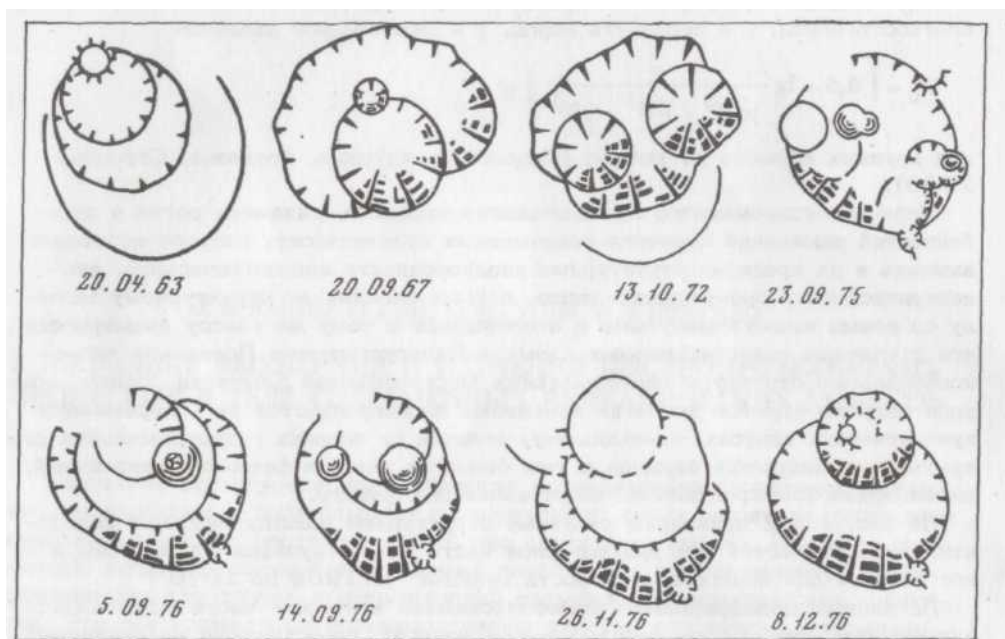


Рис. 1. Структурные неоднородности эксцентрического, концентрического и орбитального типов в прикратерной части конуса вулкана Карымского в различные периоды его активности

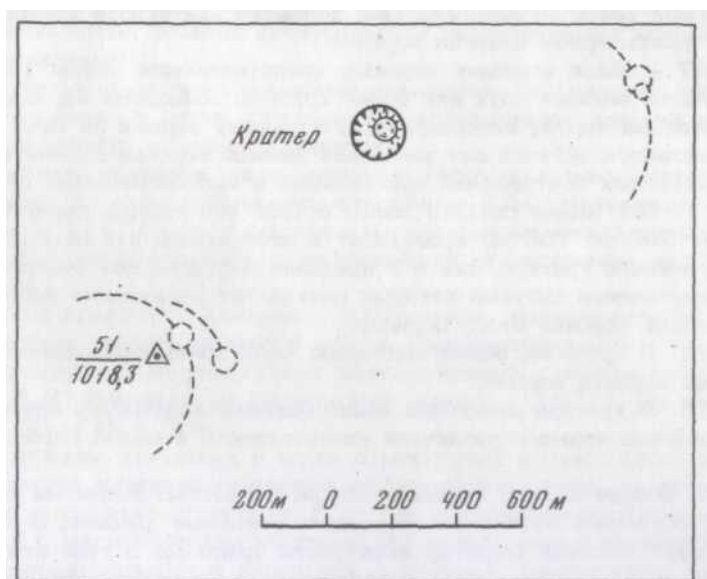


Рис. 2. Орбитальные структурные неоднородности на склоне вулкана Карымского по состоянию на 4.10. 1974 г.

метить, однако, что интенсивность взрывообразования в теле главного конуса, по-видимому, не меньше, чем в его кратерной части. Однако сохранность структур во времени, естественно, худшая.

Рассматривая природу взрывов, обуславливающих интенсивное структурообразование в теле вулканических конусов, следует учитывать свойства вулканических газов и возможность вызванных ими цепных реакций и тепловых взрывов (Гушенко, 1965). К взрывоспособным, по И.И. Гушенко, относятся, по

существу, все активные вулканические газовые компоненты, их взаимодействие может приводить к появлению цепных реакций типа взрывов. Сюда относятся H_2 , Cl_2 , Co , OH^- , F_2 ; Br , H_2S , CH_4 .

Весьма важен, видимо, и отмечаемый И.И. Гушенко фактор каталитической активизации взрывоспособных газовых смесей водой. Весьма возможно, что описанная выше картина структурообразования в теле конуса вулкана Карымского* отражает и режим его "обводненности" или просто режим поступления катализатора взрывов (дожди, таяния снега и др.).

Из всего вышеизложенного вытекает следующее.

1. В теле вулканических конусов имеют место быстропротекающие физические процессы взрывного характера.

2. Выявление и анализ концентрических, орбитальных и эксцентрических структурных неоднородностей различных размерных классов, возникающих в теле конусов, могут служить методикой выявления и изучения этих быстропротекающих процессов. Указанные неоднородности несут информацию о глубине протекания процессов, их геометрии, энергии и физико-химической природе (в сочетании с другими режимными наблюдениями, например метео).

3. Учитывая динамичность конусов, их обновление и рост, при котором более ранние поверхности со временем захораниваются более молодыми продуктами продолжающегося (или вновь начинающегося) извержения, наблюдаемые структурные неоднородности следует считать мгновенными репликами процессов на определенной стадии извержения или "жизни" конуса.

4. Эта информация может быть не получена при анализе аэрофотоматериалов или при прямых полевых наблюдениях, сделанных в другое время, до или после времени протекания процесса структурообразования. До - потому что этих неоднородностей еще нет, после - потому что их уже нет.

5. Все изложенное свидетельствует о целесообразности и необходимости режимных наблюдений современных вулканических конусов.

ЛИТЕРАТУРА

- Гушенко И.И. Пеплы северной Камчатки и условия их образования. М.: Наука, 1965. 143 с.
- Василевский М.М. Энергетические классы орбитальных оротектонических структур тихоокеанского региона. - Бюл. вулканол. станций, № 55. 1978, с. 112-130.
- Луицкий И.В. Основы палеовулканологии. М.: Наука, 1971, т. 2, с. 66-77.
- Петров А.И., Плотноков Л.М., Юревич Г.Г. Механизм образования структур центрального типа. - Сов. геология, № 2, 1971, с. 75-84.
- Прогнозная оценка рудоносности вулканогенных формаций. М.: Недра, 1977. 296 с.
- Садовский М.А., Адушкин В.В., Родионов В.Н., Старцев Г.Н. Об одном способе моделирования крупных взрывов на выброс. - Физика горения и взрыва, 1959, № 1, с. 18-27.
- Muffler L.S., White D.E., Trusdell A.H. Hydrothermal explosion craters in Yellowstone National Park. - Geol. Soc. of Amer. Bull., 1974, vol. 52, pp. 723-740.